

# Нормирующие преобразователи сигналов



В статье рассматриваются задачи, которые призваны решать нормирующие преобразователи аналоговых сигналов в системах сбора и передачи данных, основные требования к ним, а также рекомендации по их использованию.

ООО НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород

## Роль и место нормирующих преобразователей в современных контрольно-измерительных и управляющих системах

В структуре как локальных, так и распределенных систем измерения, контроля и управления при всем их многообразии всегда присутствуют два обязательных базисных уровня:

Уровень 1: Технологический процесс. Объект автоматизации. Датчики и исполнительные устройства.

Уровень 2: Управление. Контроллеры. Регуляторы. Измерители.

Наличие и состав других уровней в значительной степени зависят от масштаба и назначения систем. В рамках данной статьи эти уровни не рассматриваются.

Итак, базисом любой автоматизации является технологический процесс с его многообразием параметров. Собственно измерение технологических параметров и управление ими в соответствии с требованиями технологических регламентов является основной задачей автоматизации.

На первом уровне находятся все первичные датчики и органы управления, необходимые для измерения и изменения параметров. Состав датчиков и органов управления, их

характеристики определяются прежде всего требованиями технологического процесса, поэтому для разных технологических процессов они неодинаковы.

На втором уровне находятся различные контрольно-измерительные приборы, регуляторы, программируемые контроллеры. Несмотря на разнообразие технологических процессов, технические средства на втором уровне в значительной степени унифицированы.

Таким образом, между первым и вторым уровнями происходит интенсивный обмен данными: измеренные данные о параметрах и состояниях процесса и оборудования передаются в одном направлении, а сигналы управления — в обратном. Обобщенно это именуется СБОРОМ и ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ о параметрах и состояниях процесса и технологических перемещениях. Самый простой подход к СБОРУ И ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ заключается в том, чтобы передавать сигналы непосредственно с датчиков на первом уровне к вторичным измерительным и управляющим приборам на втором уровне. Но такой подход часто оказывается не самым лучшим

по целому ряду причин. Сформулируем обстоятельства, которые препятствуют применению такого подхода.

Во-первых, как правило, большинство датчиков и исполнительных механизмов, расположенных на технологической установке, удалены на значительные расстояния от вторичных средств контроля и управления. Именно удаленность датчиков от вторичных приборов порождает ряд негативных факторов:

- ▶ в промышленных условиях длинные кабельные линии, как антенны, собирают «весь электромагнитный мусор», в результате электромагнитные помехи искажают слабый передаваемый сигнал;

- ▶ сами длинные кабельные линии вносят искажение в схему измерения первичным датчиком и в передаваемый сигнал, поскольку представляют собой дополнительные неконтролируемые распределенные сопротивления, емкости и индуктивности;

- ▶ удаленные датчики находятся под разными потенциалами даже в том случае, когда считаются заземленными, поэтому объединение сигналов от таких разнопотенциальных датчиков в одной измери-

тельной системе имеет, как правило, негативные последствия;

- стоимость длинных кабельных линий может составлять значительную долю стоимости всей системы.

Во-вторых, разнообразие типов сигналов от первичных датчиков вступает в противоречие с принципом унификации сигналов на втором уровне средств измерения, контроля и управления. Унификация позволяет использовать более дешевые многоканальные системы измерения (многоканальные АЦП, которые, как правило, имеют только групповую гальваническую изоляцию), а также исключить дополнительную обработку сигналов, которая требуется при работе непосредственно с первичными датчиками. Таким образом, унификация сигналов равнозначна простоте, дешевизне и эффективности решений на втором уровне.

Наконец, в-третьих, несмотря на общее стремление к унификации сигналов на втором уровне, парк контрольно-измерительных и управляющих средств, а также исполнительных устройств использует хоть и унифицированные, но разные сигналы. Например, регулятор имеет токовый выход 4...20 мА, а исполнительное устройство управляется сигналом 0...10 В. Или датчик уровня имеет выходной сигнал 0...5 В, а контроль воспринимает только 4...20 мА. Особенно ярко такое разнообразие унифицированных сигналов проявляется при использовании устаревшего оборудования и оборудования от различных производителей.

Поэтому часто более предпочтительным решением является введение между первичным датчиком и вторичным прибором так называемого нормирующего преобразователя сигнала в унифицированные сигналы. Если посмотреть более широко, унифицированные сигналы применяются не только для связи с первичными датчиками, но и для связи между собой других устройств промышленной автоматики: регистраторов, регуляторов, контроллеров и исполнительных устройств. Применение унифицированных сигналов регламентировано ГОСТ 26.011-80. Стандарт устанавливает допустимые диапа-

зоны унифицированных сигналов, а также вводит ограничения на величину сопротивления источников и приемников этих сигналов. И хотя в ряду унифицированных сигналов есть сигналы напряжения 0...1, 0...10 В и сигналы тока 0...5, 0...20, 4...20 мА, самым распространенным сигналом в современных системах является ток 4...20 мА.

Широкое распространение токового унифицированного сигнала 4...20 мА объясняется следующими причинами:

- на передачу токовых сигналов не оказывает влияние сопротивление соединительных проводов, поэтому требования к диаметру и длине соединительных проводов (а значит, и к стоимости) снижаются;

- токовый сигнал работает на низкоомную (по сравнению с сопротивлением источника сигнала) нагрузку, поэтому наведенные электромагнитные помехи в токовых цепях малы по сравнению с аналогичными цепями, в которых используются сигналы напряжения;

- обрыв линии передачи токового сигнала 4...20 мА однозначно и легко определяется измерительными системами по нулевому уровню тока в цепи (в нормальных условиях он должен быть не меньше 4 мА);

- токовый сигнал 4...20 мА позволяет не только передавать полезный информационный сигнал, но и обеспечивать электропитание самого нормирующего преобразователя — минимально допустимого уровня 4 мА достаточно для питания современных электронных устройств.

Итак, занимая промежуточное положение между указанными ранее двумя базисными уровнями в структуре системы, нормирующие преобразователи сигналов:

- реализуют метод измерения электрического параметра с первичного датчика;

- усиливают слабые сигналы первичных датчиков;

- линеаризуют при необходимости нелинейные характеристики первичных датчиков;

- осуществляют термокомпенсацию, если первичный датчик подвержен сильному влиянию температуры, как, например, в случае с термопарами (компенсация влия-

ния «холодных» спаев) и емкостными датчиками влажности;

- осуществляют преобразование в унифицированный токовый сигнал 4—20 мА (или в иные унифицированные сигналы);

- ослабляют влияние электромагнитных помех;

- ослабляют погрешности, связанные с влиянием сопротивления соединительных линий и с влиянием нестабильности источника питания датчика;

- позволяют экономить финансовые ресурсы за счет снижения стоимости соединительных линий, а также за счет применения более дешевых многоканальных измерительных систем на втором уровне;

- позволяют унифицировать сигналы, используемые для передачи данных и обрабатываемые вторичными средствами измерения.

Представленный перечень задач нельзя считать полным. До сих пор мы говорили о датчиках со слабыми сигналами. Но есть задачи, когда нужно измерять, напротив, большие сигналы, например сетевое напряжение или ток нагрузки в силовых цепях. Здесь также применяются нормирующие преобразователи.

Приведенные соображения делают применение нормирующих преобразователей сигналов весьма привлекательным.

### Основные характеристики нормирующих преобразователей

Перечислим характеристики и параметры, по которым следует оценивать и сравнивать между собой нормирующие преобразователи.

- Основная погрешность преобразования.

Погрешность на уровне 0,1% является для современных нормирующих измерительных преобразователей стандартом де-факто, хотя на рынке широко представлены преобразователи (особенно отечественного производства) с погрешностями 0,25 и 0,5%.

- Стабильность метрологических характеристик при изменении температуры эксплуатации, сопротивления нагрузки, которая характеризуется соответствующими дополнительными погрешностями.

► Типы и диапазоны входных и выходных сигналов.

Эти свойства диктуются прежде всего областью применения (назначением) преобразователя, сами же типы и диапазоны преобразования обычно стандартизированы.

► Подавление помех с частотой 50 Гц общего и нормального вида, а также устойчивость к электромагнитным воздействиям (микро- и наносекундные импульсы, статическое электричество и пр.).

Это параметр, который характеризует способность преобразователя работать в сложных промышленных условиях.

► Наличие гальванической изоляции и напряжение гальванической изоляции.

Гальваническая изоляция, с одной стороны, позволяет работать с датчиками, находящимися под разными потенциалами, а с другой – служит защитой измерительных систем от электромагнитных воздействий, вызванных разрядами молний, сваркой и пр.

► Выполняемые функции (индикация, сигнализация, обнаружение аварийных ситуаций и проч.), возможность изменять функции пользователем путем программирования.

► Параметры электропитания и их влияние на точность преобразования.

► Конструктивное исполнение.

В дополнение к указанным параметрам следует особо упомянуть исполнение преобразователей для применения во взрывоопасных условиях.

### Конструктивные исполнения нормирующих преобразователей сигналов

Анализируя задачи, которые призваны решать нормирующие преобразователи, становится понятным, что нормирующие преобразователи желательно размещать как можно ближе к первичным датчикам. Идеальным можно считать решение, когда датчик и преобразователь размещены в едином конструктиве. Анализ современных датчиков показывает, что большинство производителей так и делают. Практически все датчики давления, веса, расхода, влажности, уровня, концентрации газа

и т.п. имеют встроенный нормирующий преобразователь. Датчики температуры имеют встроенный преобразователь реже, но и в этом сегменте датчиков общая тенденция сохраняется. Во всех этих случаях нормирующий преобразователь реализует метод измерения первичного датчика, выполняет нелинейные преобразования, термокомпенсацию, усиление сигнала. В результате связь со вторым уровнем осуществляется уже унифицированным сигналом.

По-видимому, единственное ограничение, которое может препятствовать размещению преобразователя в едином конструктиве с датчиком, связано только особыми условиями эксплуатации, недопустимыми для электронных устройств. Прежде всего, это такие факторы, как температура, химически активные среды, взрывоопасные среды, вибрация, рентгеновское излучение и пр.

Очень распространенным является конструктивное исполнение, рассчитанное на монтаж на стандартный DIN-рельс 35 мм. В этом случае преобразователь и первичный датчик разнесены, но расстояние между ними желательно сделать по-прежнему минимальным. Такое конструктивное решение позволяет, с одной стороны, размещать их за пределами зон с жесткими условиями эксплуатации, а с другой – располагать их в единой защитной оболочке.

Следует также упомянуть преобразователи, выполненные в виде модулей и рассчитанные на монтаж на коммуникационных платах.

### Нормирующие преобразователи сигналов НПФ «КонтрАвт»

В настоящее время научно-производственная фирма «КонтрАвт» выпускает широкую номенклатуру нормирующих преобразователей для работы с термопреобразователями сопротивления и термоэлектрическими преобразователями. Преобразователи классифицируются:

1\_по конструктивному исполнению и способу монтажа:

- монтаж на DIN-рельс 35 мм;
- монтаж в стандартную 4-клеммную головку термопреобразователя;

▪ монтаж в соединительную головку типа В (DIN43729);  
2\_по возможности выбора пользователем типа и диапазона преобразования:

- преобразователи с фиксированным типом и диапазоном преобразователя (указываются в заказе и устанавливаются при выпуске);
- преобразователи программируемым типом и диапазоном преобразователя (определяется пользователем);

3\_по наличию гальванической изоляции:

- без гальванической изоляции;
- с гальванической изоляцией;

4\_по напряжению и типу электропитания:

- питание от сети в диапазоне 85...265 В;
- питание от токовой петли 4...20 мА.

### Преобразователи сигналов ПСТ/ПНТ

Преобразователи сигналов ПСТ-х-х предназначены для преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления типа 100М, 100П и Pt100, а преобразователи ПНТ-х-х – термопар типа ХА (хромель-алюмель), ХК (хромель-копель), НН (нихросил-нисил). Тип и диапазон преобразования фиксированы, определяются моди-



Рис. 1. Стандартная 4-клеммная карболитовая головка

фикацией преобразователя и указываются в заказе. Выходной сигнал 4...20 мА. Питание и сам сигнал передается по двухпроводной схеме. Преобразователи рассчитаны на монтаж в стандартной 4-клеммной карболитовой головке (рис. 1).

### Преобразователи сигналов ПСТ/ПНТ-а-Pro и ПСТ/ПНТ-б-Pro

Преобразователи сигналов ПСТ/ПНТ-а-Pro и ПСТ/ПНТ-б-Pro примечательны тем, что тип и диапазон преобразования программируются пользователем с помощью кнопки, контроль осуществляется по двухцветному светодиодному индикатору. Преобразователи ПСТ поддерживают 11 типов преобразователей сопротивления (по 7–13 диапазон), а ПНТ – 14 типов термо-



Рис. 2. Преобразователи ПСТ/ПНТ-б-Pro, рассчитанные на монтаж в соединительной головке тип В (DIN43729)

пар (по 3–8 диапазонов). Поскольку линеаризация номинальных статических характеристик (НСХ) датчиков производится программно, то зависимость выходного тока от температуры для всех типов и диапазонов преобразования линейная.

Преобразователи этих двух групп осуществляют контроль обрыва датчиков, а преобразователи ПСТ/ПНТ-б-Pro дополнительно контролируют замыкание чувствительного элемента на корпус.

Преобразователи ПСТ/ПНТ-а-Pro рассчитаны на монтаж в стан-

дартной 4-клеммной карболитовой головке (рис.1), а преобразователи ПСТ/ПНТ-б-Pro рассчитаны на монтаж в соединительной головке тип В (DIN43729) (рис. 2).

### Преобразователи сигналов НПСи

В отличие от преобразователей ПСТ/ПНТ преобразователи НПСи предназначены для монтажа на DIN-рельс (рис. 3) и имеют гальваническую изоляцию входных



Рис. 3. Преобразователи НПСи с возможностью монтажа на DIN-рельс

и выходных цепей. Кроме того, питание НПСи осуществляется от сети с диапазоном напряжений 85...265 В, а выходной ток активный, то есть дополнительного источника питания в выходных цепях не требуется.

Преобразователи сигналов НПСи позволяют пользователю программно задавать основные параметры и режимы работы с помощью кнопок и индикаторов на панели.

Пользователь может установить:

- тип и диапазон преобразования;
- диапазон выходного сигнала (0...5, 0...20, 4...20 мА);
- уровень выходного сигнала (высокий/низкий) в аварийной ситуации (обрыв датчика, выходных цепей и пр.);
- схему подключения термопреобразователя сопротивления (2-, 3-, 4-проводная или автоматический выбор схемы подключения);
- компенсацию сопротивления при двухпроводной схеме подключения;
- наличие компенсации «холодных спаев» термопар;
- режим отображения уровня выходного сигнала на линейной шкале (бар-граф).

Для удобства монтажа и обслуживания подключение внешних соединений производится с помощью разъемных клеммных соединителей (рис. 4).

Основные сведения о преобразователях представлены в сводной табл. 1.

Основными сведениями о преобразователях представлены в сводной табл. 1.

Основными сведениями о преобразователях представлены в сводной табл. 1.

Основными сведениями о преобразователях представлены в сводной табл. 1.

Основными сведениями о преобразователях представлены в сводной табл. 1.

### Рекомендации по применению

Приведем наши рекомендации по применению разных видов преобразователей, выпускаемых НПФ «КонтраАвт».

1 Преобразователи с фиксированным типом и диапазоном преобразования ПСТ/ПНТ-х-х рекомендуется применять с датчиками со стандартной карболитовой 4-клеммной головкой. Разнообразие типов и диапазон применяемых первичных датчиков не должно быть велико, в противном случае потребуется большой ЗИП. Чувствительный элемент должен быть электрически изолирован от защитной оболочки датчика. В этом



Рис. 4. Клеммные соединители преобразователей сигналов НПСи

Таблица 1. Сводные характеристик преобразователей, выпускаемых НПФ «КонтрАвт»

	ПНТ-х-х	ПСТ-х-х	ПНТ-а-Pro	ПСТ-а-Pro	ПНТ-б-Pro	ПСТ-б-Pro	НПСИ-ТП	НПСИ-ТС
Тип входа	Термопары ХА, ХК, НН	Термосопротивление 100М, 100П, Pt100 (10 мод-ций)	14 типов термопар	11 типов термосопротивления	14 типов термопар	11 типов термосопротивления	12 типов термопар	10 типов термосопротивления
Погрешность	0,25, 0,5%	0,25%	0,1%	0,25%	0,1%	0,1%	0,1%	
Конструктив	Стандартная 4-клемная карболитовая головка				Соединительная головка тип В (DIN43729)		DIN-рельс 35 мм	
Гальваническая изоляция	Отсутствует						1500В, 50Гц	
Программирование	Параметры фиксированы		Программируются тип и диапазон преобразования				Программируются: – тип и диапазон преобразования; – диапазон выходного сигнала; – аварийный уровень выходного сигнала; – прочие параметры	
Питание	Токовая петля 4...20 мА						85...265 В	
Условия эксплуатации	-30...50 оС		-40...80 оС				-40...70 оС	
Цена, с НДС, руб.	650	650	1 500	1 500	1 600	1 600	2 478	2 478

случае сигнал можно подавать на многоканальную измерительную систему даже без гальванической развязки входов между собой. Удобно то, что питание и сигнал передаются по двум проводам, жестких требований на сопротивление проводов не налагается. Точность преобразования на уровне 0,25–1% и проявляется прежде всего в нелинейности характеристики. Число модификаций по типу датчиков невелико, так как аппаратными средствами невозможно линеаризовать нелинейные НСХ других типов датчиков. Очень дешевое решение, которое становится экономически выгодным при длине линии от 10 до 20 м.

2\_Преобразователи с программируемыми типом и диапазоном преобразования ПСТ/ПНТ-а-Pro и ПСТ/ПНТ-б-Pro различаются прежде всего конструкцией соединительных головок датчиков. Их рекомендуется применять в тех случаях, когда велико разнообразие типов и диапазон применяемых первичных датчиков. Программно могут быть выбраны практически

все типы датчиков. Возможность адаптировать один и тот же преобразователь под практически любой датчик значительно облегчает заказ, монтаж, замену и обслуживание преобразователей, а также сокращает запасы. Линеаризация НСХ производится программно, поэтому зависимость тока от температуры линейная. Чувствительный элемент должен быть электрически изолирован от защитной оболочки датчика. В этом случае сигнал можно подавать на многоканальную измерительную систему даже без гальванической развязки входов между собой. Удобно то, что питание и сигнал передается по двум проводам, при этом жестких требований на сопротивление проводов не налагается.

3\_Преобразователи с программируемыми типом и диапазоном преобразования НПСИ предназначены для монтажа на DIN-рельс 35 мм. Их рекомендуется применять в тех случаях, когда велико разнообразие типов и диапазон применяемых первичных датчиков. Программно могут быть выбраны

практически все типы датчиков. Возможность адаптировать один и тот же преобразователь под практически любой датчик значительно облегчает заказ, монтаж, замену и обслуживание преобразователей, а также сокращает запасы. Наличие гальванической изоляции позволяет подключать к датчикам с различными потенциалами. Многоканальная измерительная система может не иметь гальванической развязки входов между собой. Питание от сети в широком диапазоне напряжений 85...265 В. Выход активный, поэтому не требуется отдельного источника питания выходных цепей. Жестких требований на сопротивление проводов не налагается. Основные параметры преобразователя могут быть запрограммированы пользователем с передней панели.

В заключение хочется обратить внимание на то, что пользователь имеет возможность опробовать преобразователи в работе и оценить их характеристики, поскольку все они предоставляются в опытную эксплуатацию.

Д.В. Громов, главный инженер,  
С.Л. Шашкин, начальник сектора технического маркетинга,  
С.В. Клюев, ведущий инженер,  
ООО НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород,  
тел./факс: (831) 260-0308,  
e-mail: sales@contravt.nnov.ru,  
www.contravt.ru

Эффективная реклама за разумные деньги

www.isup.ru